



②① Aktenzeichen: 196 53 339.2
②② Anmeldetag: 20. 12. 96
④③ Offenlegungstag: 25. 6. 98

⑦① Anmelder:
Mannesmann Rexroth GmbH, 97816 Lohr, DE

⑦② Erfinder:
Arnold, Bernhard, 97849 Roden, DE

⑤⑤ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
zu ziehende Druckschriften:

DE-AS	10 55 878
DE	44 01 074 A1
DE	28 08 472 A1
US	26 53 543
US	26 42 804
US	21 45 533

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑤④ Pumpenanordnung zur Förderung von Kraftstoff

⑤⑦ Eine Pumpenanordnung zur Förderung von Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter zu einer Brennkraftmaschine enthält eine von der Brennkraftmaschine angetriebene Hochdruckpumpe und eine von einem Elektromotor angetriebene Niederdruckspeisepumpe, die der Hochdruckpumpe vorgeschaltet ist. Zwischen der Niederdruckspeisepumpe und der Hochdruckpumpe ist ein Wegeventil angeordnet. Ein Ventilglied des Wegeventils ist von dem Druck des von der Niederdruckspeisepumpe geförderten Kraftstoffes im Zulauf der Hochdruckpumpe entgegen der Kraft einer Feder auslenkbar. Das Ventilglied sperrt die Verbindung zwischen der Niederdruckspeisepumpe und der Hochdruckpumpe ab, wenn der Druck im Zulauf des Wegeventils einen Mindestwert unterschreitet. Um bei einem veränderlichen Strömungswiderstand zwischen der Niederdruckspeisepumpe und dem Wegeventil im Zulauf der Hochdruckpumpe eine unnötige Energieaufnahme des Elektromotors und damit einen unnötig großen Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine zu vermeiden, ist in dem Zulauf des Wegeventils ein Druckbegrenzungsventil angeordnet, das den Zulauf des Wegeventils mit dem Vorratsbehälter verbindet, wenn der Druck im Zulauf des Wegeventils einen vorgebbaren Maximalwert überschreitet. Die Pumpenanordnung ist für die Kraftstoffzufuhr zu der Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs vorgesehen.

Die Erfindung betrifft eine Pumpenanordnung zur Förderung von Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter zu einer Brennkraftmaschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Eine derartige Anordnung ist aus der DE 44 01 074 A1 bekannt. Diese Anordnung wird in einem Einspritzsystem für die Zufuhr von Kraftstoff zu der Brennkraftmaschine eines Kraftfahrzeugs verwendet. Zu dem Einspritzsystem gehören außer einer Niederdruckspeisepumpe und einer Hochdruckpumpe noch mehrere elektromagnetisch betätigte Einspritzdüsen sowie weitere hydraulische Komponenten. Die Niederdruckspeisepumpe fördert Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter zu der Hochdruckpumpe. Die Niederdruckspeisepumpe wird von einem Elektromotor angetrieben. Sie ist zusammen mit dem Elektromotor als Baueinheit innerhalb des Vorratsbehälters für den Kraftstoff angeordnet. Die Hochdruckpumpe wird von der Brennkraftmaschine angetrieben. Zwischen der Niederdruckspeisepumpe und der Hochdruckpumpe ist ein Wegeventil angeordnet. Das Wegeventil sperrt die Verbindung zwischen der Niederdruckspeisepumpe und der Hochdruckpumpe ab, wenn der Druck im Zulauf des Wegeventils einen Mindestwert unterschreitet, und verhindert dadurch Folgeschäden. Das Wegeventil besitzt ein Ventilglied, das in einer Ventilbohrung eines Gehäuses geführt und von dem Druck des von der Niederdruckspeisepumpe geförderten Kraftstoffes gegen die Kraft einer Feder axial auslenkbar ist. Wenn der Druck des das Ventilglied beaufschlagenden Kraftstoffes einen Mindestwert überschreitet, gibt das Ventilglied einen Kanal frei, der zu der Niederdruckseite der Hochdruckpumpe führt. Befindet sich die Ventilbohrung nicht in einem eigenen Gehäuse sondern mit in dem Gehäuse der Hochdruckpumpe, kann die Verbindung zwischen dem Wegeventil und der Niederdruckseite der Hochdruckpumpe über eine in dem Gehäuse der Hochdruckpumpe verlaufende Bohrung erfolgen, so daß keine gesonderte Kraftstoffleitung zwischen dem Wegeventil und der Hochdruckpumpe erforderlich ist.

Die Niederdruckspeisepumpe einer derartigen Pumpenanordnung ist Bestandteil einer in sich geschlossenen Baueinheit, die außer der Niederdruckspeisepumpe, einen diese antreibenden Elektromotor und ein Druckbegrenzungsventil enthält. Der Ansprechdruck des Druckbegrenzungsventils ist werksseitig auf einen festen Wert eingestellt, der in der Regel nicht individuell einstellbar ist. Dieser Wert stimmt nicht zwangsläufig mit dem optimalen Druck im Zulauf der Hochdruckpumpe überein. Damit das Druckbegrenzungsventil auch bei Exemplarstreuungen nicht zu früh anspricht, muß der Ansprechdruck des Druckbegrenzungsventils größer als der optimale Druck im Zulauf der Hochdruckpumpe gewählt werden. Bei der Wahl des Ansprechdruckes des Druckbegrenzungsventils sind auch Strömungswiderstände zwischen dem Ausgangsanschluß der Niederdruckspeisepumpe und dem Zulauf der Hochdruckpumpe zu berücksichtigen. Der Ansprechdruck des Druckbegrenzungsventils muß daher um den Druckabfall an dem Strömungswiderstand zwischen dem Ausgangsanschluß der Niederdruckspeisepumpe und dem Zulauf der Hochdruckpumpe größer sein als der im Zulauf der Hochdruckpumpe erforderliche Druck. Ein derartiger Druckabfall wird z. B. von einem Kraftstofffilter im Zulauf der Hochdruckpumpe verursacht. Bei dem von einem Kraftstofffilter verursachten Druckabfall handelt es sich um einen veränderlichen Druckabfall, der von dem Verschmutzungsgrad des Kraftstofffilters abhängig ist. Der Druckabfall an dem Kraftstofffilter steigt z. B. von ca. 0,05 bar bei einem neuen Kraftstofffilter auf ca. 0,8 bar bei maximal zulässiger Verschmutzung. Geht man von ei-

nem optimalen Druck im Zulauf der Hochdruckpumpe von 0,5 bar aus, darf der Ansprechdruck des Druckbegrenzungsventils nicht unter 1,3 bar liegen, damit sich im Zulauf der Hochdruckpumpe auch bei maximal zulässiger Verschmutzung des Kraftstofffilters noch der optimale Druck einstellen kann. Der Ansprechdruck des Druckbegrenzungsventils der Niederdruckspeisepumpe muß daher entsprechend groß gewählt werden. Andererseits kommt der Extremfall des maximal zulässigen Verschmutzungsgrades des Kraftstofffilters aber nur sehr selten vor. Üblicherweise wird der Kraftstofffilter bereits im Rahmen einer Wartung des Kraftfahrzeuges gewechselt, also schon zu einem Zeitpunkt, an dem der Kraftstofffilter den maximal zulässigen Verschmutzungsgrad noch gar nicht erreicht hat. Das bedeutet, daß der Druck am Ausgangsanschluß der Niederdruckspeisepumpe die meiste Zeit größer als erforderlich ist. Damit ist aber auch die Stromaufnahme des Elektromotors die meiste Zeit größer als erforderlich. Da die Stromaufnahme des Elektromotors praktisch proportional mit dem Druck am Ausgangsanschluß der Niederdruckspeisepumpe ansteigt, verdoppelt sich die Stromaufnahme bei einer Verdopplung des Drucks am Ausgangsanschluß der Niederdruckspeisepumpe. Berücksichtigt man, daß sowohl der Generator des Kraftfahrzeuges, der den Elektromotor der Niederdruckspeisepumpe mit elektrischem Strom versorgt, als auch die Brennkraftmaschine, die den Generator mit antreibt, jeweils einen Wirkungsgrad von ungefähr 30% besitzen, führt ein zu hoher Druck am Ausgangsanschluß der Niederdruckspeisepumpe zu einer unnötigen Erhöhung des Kraftstoffverbrauchs.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Pumpenanordnung der eingangs genannten Art zu schaffen, die auch bei einem veränderlichen Strömungswiderstand zwischen der Niederdruckspeisepumpe und dem Wegeventil im Zulauf der Hochdruckpumpe eine unnötige Energieaufnahme des Elektromotors und damit einen unnötigen Kraftstoffverbrauch der Brennkraftmaschine vermeidet.

Diese Aufgabe wird durch die im Anspruch 1 gekennzeichneten Merkmale gelöst. Das im Zulauf der Hochdruckpumpe angeordnete Druckbegrenzungsventil begrenzt den Druck auf der Niederdruckseite der Hochdruckpumpe auf einen für den Betrieb der Hochdruckpumpe optimalen Wert. Sie erlaubt damit eine pumpenspezifische Begrenzung des Druckes auf der Niederdruckseite der Hochdruckpumpe. Der Druck am Ausgangsanschluß der Niederdruckspeisepumpe stellt sich entsprechend der Größe des Strömungswiderstandes zwischen der Niederdruckspeisepumpe und der Hochdruckpumpe ein. Der die Niederdruckspeisepumpe antreibende Motor nimmt somit nur so viel elektrische Energie auf, wie für die Aufrechterhaltung des optimalen Druckes auf der Niederdruckseite der Hochdruckpumpe erforderlich ist. Durch die verringerte Energieaufnahme des Elektromotors verringert sich auch die von dem Elektromotor an den Kraftstoff abgegebene Wärme.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen gekennzeichnet. Das Druckbegrenzungsventil im Zulauf der Hochdruckpumpe läßt sich auf einfache Weise in das Wegeventil integrieren, das die Verbindung zwischen der Niederdruckspeisepumpe und der Hochdruckpumpe unterbricht, wenn der Druck im Zulauf der Hochdruckpumpe einen Mindestwert unterschreitet. Der Strömungswiderstand des Wegeventils ist am kleinsten, wenn die Druckbegrenzung erst dann wirksam wird, wenn das Ventilglied die Mündung des zu der Niederdruckseite der Hochdruckpumpe führenden Kanals schon vollständig freigegeben hat. Eine weitere Verringerung des Strömungswiderstandes des Wegeventils läßt sich erreichen, wenn der Kraftstoff in Richtung der Ventilbohrung in das Wegeventil fließt. Ein gesondertes Gehäuse für das Wegeventil ist nicht

erforderlich, wenn die Ventilbohrung für das Ventilglied des Wegeventils in dem Gehäuse der Hochdruckpumpe angeordnet ist. In diesem Fall ist es möglich, die Verbindung von dem Wegeventil zu der Niederdruckseite der Hochdruckpumpe durch eine Bohrung in dem Gehäuse der Hochdruckpumpe zu realisieren, ohne daß eine Verbindungsleitung außerhalb des Gehäuses erforderlich ist. Eine gesonderte Leitung für den beim Ansprechen des Druckbegrenzungsventils zum Vorratsbehälter zurückfließenden Kraftstoff von dem in das Wegeventil integrierten Druckbegrenzungsventil zu dem Vorratsbehälter für den Kraftstoff ist nicht erforderlich, wenn von dem Druckbegrenzungsventil eine Bohrung in dem Gehäuse der Hochdruckpumpe zu dem Stutzen geführt ist, über den der Kraftstoffrückfluß von der Hochdruckpumpe zum Vorratsbehälter erfolgt. Ein Kraftstofffilter zwischen dem Ausgangsanschluß der Niederdruckspeisepumpe und dem Wegeventil verhindert das Eindringen von Schmutzpartikeln in die Hochdruckpumpe. Obwohl das Druckbegrenzungsventil im Zulauf des Wegeventils bereits für eine betriebsmäßige Druckbegrenzung sorgt, erhöht ein zusätzliches Druckbegrenzungsventil für den Ausgangsdruck der Niederdruckspeisepumpe die Sicherheit. Der Ansprechdruck dieses Druckbegrenzungsventils ist auf einen Wert einzustellen, der größer als der größte betriebsmäßig auftretende Ausgangsdruck der Niederdruckspeisepumpe ist. Da das Druckbegrenzungsventil der Niederdruckspeisepumpe nur noch eine Sicherheitsfunktion besitzt, spricht es nicht ständig sondern nur in Ausnahmefällen an. Die Erwärmung des Kraftstoffes im Vorratsbehälter durch die beim Ansprechen des zusätzlichen Druckbegrenzungsventils erzeugte Wärme ist daher nur sehr gering. Wird der Ansprechdruck des zusätzlichen Druckbegrenzungsventils auf die Summe aus dem optimalen Druck des Kraftstoffes im Zulauf der Hochdruckpumpe und dem maximal zulässigen Druckabfall an dem Kraftstofffilter eingestellt, erfolgt bei einer Verschmutzung des Kraftstofffilters, die den maximal zulässigen Wert wesentlich überschreitet, eine Abschaltung der Kraftstoffversorgung, da in diesem Fall der Druck des Kraftstoffes im Zulauf des Wegeventils so niedrig ist, daß das Wegeventil die Verbindung von dem Wegeventil zur Niederdruckseite der Hochdruckpumpe schließt.

Die Erfindung wird im folgenden mit ihren weiteren Einzelheiten anhand eines in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher erläutert.

Die Zeichnung zeigt eine aus Niederdruckspeisepumpe und Hochdruckpumpe bestehende Pumpenanordnung zur Förderung von Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter zu einer Brennkraftmaschine, die ein Kraftfahrzeug antreibt, gemäß der Erfindung.

Eine Niederdruckspeisepumpe 10, ein Elektromotor 11 und ein Druckbegrenzungsventil 12 bilden eine geschlossene Baueinheit 13. Die Baueinheit 13 befindet sich innerhalb eines Kraftstoffvorratsbehälters 14 des Kraftfahrzeugs. Der Elektromotor 11 wird von dem elektrischen Bordnetz des Kraftfahrzeugs, d. h. von der von der Brennkraftmaschine mechanisch angetriebenen Lichtmaschine oder von der elektrischen Batterie des Kraftfahrzeugs, mit elektrischem Strom versorgt. Der Elektromotor 11 treibt die Niederdruckspeisepumpe 10 an. Die Niederdruckspeisepumpe 10 saugt aus dem Kraftstoffvorratsbehälter 14 Kraftstoff und fördert ihn über eine Leitung 15, einen Kraftstofffilter 16 sowie eine weitere Leitung 17 zu einem Anschlußstutzen 18 einer als Radialkolbenpumpe ausgebildeten Hochdruckpumpe 19. Der Anschlußstutzen 18 bildet den Zulauf der Hochdruckpumpe 19.

Der Ausgangsdruck der Niederdruckspeisepumpe 10 ist mit p_1 bezeichnet. Er wird von dem Druckbegrenzungsventil 12 begrenzt, dessen Ansprechdruck im folgenden mit

p_{1max} bezeichnet ist. Der Druck im Zulauf der Hochdruckpumpe 19 ist mit p_2 bezeichnet. Der Druckabfall an dem Kraftstofffilter 16 ist mit Δp_F bezeichnet. Der Druck im Zulauf der Hochdruckpumpe 19 ergibt sich zu $p_2 = p_1 - \Delta p_F$.

Die Hochdruckpumpe 19 ist unmittelbar an der Brennkraftmaschine angeordnet und wird von dieser über eine Pumpenwelle 28 angetrieben. Von der Pumpenwelle 28 ist in der Zeichnung nur das mit der Hochdruckpumpe 19 verbundene Ende dargestellt. Ein zentraler topfartiger Innenraum 23 der Hochdruckpumpe 19 ist durch einen Stopfen 24 verschlossen. Die Pumpenwelle 28 ist in einer Bohrung 25 des Stopfens 24 und in einem sich in den Innenraum 23 des Pumpengehäuses 20 öffnenden Sackloches 27 gelagert. Die Lagerabschnitte sind mit 29 und 30 bezeichnet. Die Hochdruckpumpe 19 besitzt drei im Winkelabstand von 120° sternförmig in einem Pumpengehäuse 20 angeordnete Zylinder 21. Die Mittelachsen der Zylinder 21 sind mit dem Bezugszeichen 22 versehen. In der Zeichnung ist nur einer der drei Zylinder 21 dargestellt. Jeder Zylinder 21 besitzt eine zentral zu der Mittelachse 22 verlaufende Zylinderbohrung 41, in der ein Pumpenkolben 42 paßgenau geführt ist. Der Pumpenkolben 42 ist an einem Gleitschuh 43 gehalten, der auf einer Abflachung 40 eines Hubringes 39 aufliegt. Der Gleitschuh 43 stützt sich über eine Feder 44 gegen den Zylinder 21 ab. Wenn sich die Pumpenwelle 28 dreht, bewegt ein Exzenterabschnitt 35, dessen Achse 36 um das Exzentertritzmaß E zur Achse 37 der Pumpenwelle 28 versetzt ist, den Pumpenkolben 42 axial in der Zylinderbohrung 41. Durch die Axialbewegung des Pumpenkolbens 42 wird Kraftstoff von einem Kanal 54 in einen Verdrängerraum 45 im Zylinder 21 und von diesem in einen Kanal 59 gefördert. Dabei wird der Druck des Kraftstoffes in dem Kanal 59 gegenüber dem Druck des Kraftstoffes in dem Kanal 54 erhöht. Um diesen Vorgang zu steuern, sind für jeden Zylinder 21 ein Saugventil 50 und ein Druckventil 51 vorgesehen, die beide nach der Art eines Rückschlagventils arbeiten. Die Ventilsitze der Ventile 50 und 51 sind an einer Ventilplatte 52 ausgebildet, die zwischen einer dem Zylinder 21 zugewandten Innenseite eines Zylinderkopfes 53 und der dem Zylinderkopf 53 zugewandten Rückseite des Zylinders 21 eingespannt ist.

Der Anschlußstutzen 18 ist in einer Bohrung 58 in dem Gehäuse 20 der Hochdruckpumpe 19 gehalten. Er dient gleichzeitig als Anschlag für einen Steuerkolben 72, der als Ventilglied eines Wegeventils 71 dient. Der Steuerkolben 72 ist in der Bohrung 58 geführt. Das Gehäuse 20 der Hochdruckpumpe 19 ist also gleichzeitig das Gehäuse des Wegeventils 71. Zwischen einer gehäusefesten Abstützplatte 70 und dem Steuerkolben 72 ist eine Schraubendruckfeder 73 in einer Axialbohrung 75 des Steuerkolbens 72 angeordnet, die den Steuerkolben 72 im unbelasteten Zustand gegen den durch den Anschlußstutzen 18 gebildeten Anschlag drückt. Der Steuerkolben 72 ist stirnseitig mit einer Drosselstelle 76 versehen. Die Drosselstelle 76 und eine Axialbohrung 74 in der Abstützplatte 70 stellen eine Verbindung zwischen dem Anschlußstutzen 18 und dem Innenraum 23 der Hochdruckpumpe her. Der Druck im Innenraum 23 der Hochdruckpumpe 19 ist geringfügig größer als der Druck im Vorratsbehälter 14. Solange dem Anschlußstutzen 18 Kraftstoff zugeführt wird, fließt daher Kraftstoff über die Drosselstelle 76 in den Innenraum 23 und von dort über einen Kanal 77 zu einem Stutzen 64, der über eine Rücklauffleitung 65 mit dem Vorratsbehälter 14 verbunden ist. Die Fördermenge der Niederdruckpumpe 10 ist so bemessen, daß auch dann, wenn die Pumpenkolben 21 die maximale Kraftstoffmenge fördern, ein ständiger Kraftstofffluß über den Innenraum 23 erfolgt. Dieser Kraftstofffluß dient insbesondere zur Schmierung der Hochdruckpumpe 19 und zur Abführung von

Wärme aus dem Gehäuse 20 der Hochdruckpumpe 19.

Übersteigt der Druck p_2 im Anschlußstutzen 18 einen Mindestwert von z. B. $p_{2\min} = 0,2$ bar, überwiegt die auf die Stirnseite des Steuerkolbens 72 ausgeübte Kraft die in entgegengesetzter Richtung wirkende Kraft der Schraubendruckfeder 73, und der Steuerkolben 72 gibt die Mündung eines bei kleineren Druckwerten geschlossenen Kanals 57a frei. Von dem Anschlußstutzen 18 fließt jetzt Kraftstoff über den Kanal 57a, einen Kanal 57b, eine Ringnut 56 und einen Kanal 55 zu dem Kanal 54. Diese Kanäle und die Ringnut 56 bilden zusammen mit dem Anschlußstutzen 18 die Niederdruckseite der Hochdruckpumpe 19.

Der Kanal 59, ein Kanal 60 sowie ein Druckanschluß 62 bilden zusammen mit einer zentralen axialen Ausnehmung 61 in dem Gehäuse 20 die Hochdruckseite der Hochdruckpumpe 19. Der Druck am Hochdruckanschluß 62 ist mit p_3 bezeichnet. An den Druckanschluß 62 sind in der Zeichnung nicht dargestellte elektromagnetisch betätigte Einspritzdüsen angeschlossen. Von der Brennkraftmaschine nicht benötigter Kraftstoff strömt über ein in die zentrale axiale Ausnehmung 61 eingesetztes Druckbegrenzungsventil 63 zu dem Stutzen 64 und über die Rücklaufleitung 65 zurück zu dem Vorratsbehälter 14. Der Ansprechdruck des Druckbegrenzungsventils 63 ist elektromagnetisch einstellbar.

Steigt der Druck p_2 im Anschlußstutzen 18 von dem Mindestwert $p_{2\min}$ auf einen für den Betrieb der Hochdruckpumpe 19 optimalen Wert von z. B. $p_{2\text{opt}} = 0,5$ bar, öffnet der Steuerkolben die Mündung des Kanals 57a weiter, bis die Mündung beim Erreichen des optimalen Wertes von p_2 vollständig freigegeben ist. Bei vollständiger Freigabe der Mündung des Kanals 57a ist der Strömungswiderstand zwischen dem Anschlußstutzen 18 und dem Kanal 57a am kleinsten. Steigt der Druck p_2 im Anschlußstutzen 18 nach Erreichen des optimalen Wertes weiter an, gibt der Steuerkolben 72 zusätzlich die Mündung eines Kanals 81a in dem Gehäuse 20 der Hochdruckpumpe 19 frei. Der Kanal 81a ist über einen Kanal 81b und weitere Kanäle 82 und 83 mit der Niederdruckseite des Druckbegrenzungsventils 63 verbunden. Die Kanäle 82 und 83 verbinden das Sackloch 27, in dem die Welle 28 gelagert ist, mit der Niederdruckseite des Druckbegrenzungsventils 63. Der Steuerschieber 72 und die Mündung des Kanals 81a in der Bohrung 58 bilden zusammen mit der Schraubendruckfeder 73 ein Druckbegrenzungsventil für den Druck p_2 im Anschlußstutzen 18. Die Höhe des Ansprechdruckes dieses Druckbegrenzungsventils ergibt sich aus der mit dem Druck p_2 beaufschlagten Stirnfläche des Steuerkolbens 72 und der Federkonstante der Schraubendruckfeder 73. Der im folgenden mit $p_{2\max}$ bezeichnete Ansprechdruck des Druckbegrenzungsventils ist gleich dem optimalen Wert $p_{2\text{opt}}$ oder größer als dieser Wert. Soll der Ansprechdruck $p_{2\max}$ gleich dem optimalen Druck $p_{2\text{opt}}$ sein, werden die Mündungen der Kanäle 57a und 81a in der Bohrung 58 so angeordnet, daß der Steuerkolben 72 die Mündung des Kanals 81a dann zu öffnen beginnt, wenn die Mündung des Kanals 57a gerade vollständig geöffnet ist. Die Stirnfläche des Steuerkolbens 72 und die Federkonstante der Schraubendruckfeder 73 sind so aufeinander abgestimmt, daß der Steuerkolben 72 bei Druckwerten, die kleiner als $p_{2\min}$ sind, die Mündung des Kanals 57a verschließt und bei größeren Werten von p_2 die Mündung des Kanals 57a druckabhängig freigibt, bis die Mündung des Kanals 57a bei einem Druck von $p_{2\max}$ vollständig geöffnet ist. Übersteigt der Druck p_2 den maximalen Wert $p_{2\max}$, gibt der Steuerkolben 72 die Mündung des Kanals 81a teilweise frei, so daß Kraftstoff über die Kanäle 81a und 81b sowie 82 und 83 zum Vorratsbehälter 14 abfließen kann. Der Steuerkolben 72 gibt die Mündung so weit frei, daß sich der Druck p_2 auf den Wert $p_{2\max}$ einstellt. Erreicht der Druck p_2 nicht

den maximalen Druck $p_{2\max}$, verschließt der Steuerkolben 73 die Mündung des Kanals 57a in der Bohrung 58 teilweise.

Eine ringförmige Ausnehmung 84 auf der Stirnseite des Steuerkolbens 58 erlaubt es, das Gehäuse 20 der Hochdruckpumpe 19 in Richtung des Anschlußstutzens 18 zu verkürzen.

Messungen an einem Kraftstofffilter haben ergeben, daß der Druckabfall Δp_F in Abhängigkeit von dem Verschmutzungsgrad zwischen 0,05 bar und 0,8 bar liegen kann. Wird der Druck p_2 auf 0,5 bar begrenzt, nimmt der Ausgangsdruck p_1 der Niederdruckspeisepumpe 10 Werte an, die zwischen 0,55 bar und 1,3 bar liegen. Da das Druckbegrenzungsventil 12 noch nicht ansprechen darf, so lange sich der Druckabfall Δp_F innerhalb des zulässigen Bereichs befindet, ist der Ansprechwert $p_{1\max}$ des Druckbegrenzungsventils 12 in dem betrachteten Beispiel auf einen Wert einzustellen, der größer als 1,3 bar ist. Da ein Kraftstofffilter üblicherweise im Rahmen der turnusmäßigen Wartung gewechselt wird, bevor er den größten zulässigen Verschmutzungsgrad erreicht hat, ist der Ausgangsdruck p_1 der Niederdruckspeisepumpe 10 praktisch immer kleiner als der Ansprechdruck $p_{1\max}$ des Druckbegrenzungsventils 12. Der Elektromotor 11 nimmt deshalb nicht mehr elektrische Leistung auf, als er für die Aufrechterhaltung des optimalen Druckes im Zulauf der Hochdruckpumpe 19 benötigt.

Ohne das Druckbegrenzungsventil im Zulauf der Hochdruckpumpe 19 würde der Ausgangsdruck p_1 der Niederdruckspeisepumpe 10 unabhängig von dem Verschmutzungsgrad des Filters 16 ständig 1,3 bar, entsprechend dem Ansprechwert $p_{1\max}$ des Druckbegrenzungsventils 12, betragen. Im Zulauf der Hochdruckpumpe 19 würden sich bei dem gewählten Beispiel in Abhängigkeit von dem Verschmutzungsgrad des Kraftstofffilters 16 Druckwerte zwischen 1,25 bar bei einem neuen Kraftstofffilter und 0,5 bar bei maximal zulässigem Verschmutzungsgrad des Kraftstofffilters einstellen.

Diese Überlegungen zeigen, daß das Druckbegrenzungsventil im Zulauf der Hochdruckpumpe 19 es mit einfachen Mitteln erlaubt, die dem Elektromotor 11 für den Antrieb der Niederdruckspeisepumpe 10 zuzuführende Energie wesentlich zu verringern. Da das Wegeventil 71 ohnehin vorhanden ist, um die Kraftstoffzufuhr bei zu geringem Druck im Zulauf der Hochdruckpumpe zu unterbrechen, sind nur die Bohrungen 81a und 81b im Gehäuse 20 der Hochdruckpumpe 19 zusätzlich erforderlich, um das den Druck im Zulauf der Hochdruckpumpe begrenzende Druckbegrenzungsventil zu realisieren.

Patentansprüche

1. Pumpenanordnung zur Förderung von Kraftstoff aus einem Vorratsbehälter zu einer Brennkraftmaschine mit einer Hochdruckpumpe und mit einer dieser vorgeschalteten Niederdruckspeisepumpe, bei der in der Verbindung zwischen der Niederdruckspeisepumpe und der Hochdruckpumpe ein Wegeventil mit einem Ventilglied, das in einem Gehäuse in einer Ventilbohrung geführt ist und das von dem Druck des von der Niederdruckspeisepumpe geförderten Kraftstoffes gegen die Kraft einer Feder axial auslenkbar ist, angeordnet ist, das die Verbindung zwischen der Niederdruckspeisepumpe und der Hochdruckpumpe absperrt, wenn der Druck im Zulauf des Wegeventils einen Mindestwert unterschreitet, **dadurch gekennzeichnet**, daß in dem Zulauf (18) des Wegeventils (71) ein Druckbegrenzungsventil (72, 73, 81a) angeordnet ist, das den Zulauf (18) des Wegeventils (71) mit dem Vorratsbehälter (14)

verbindet, wenn der Druck (p_2) im Zulauf (18) des Wegeventils (71) einen vorgebbaren Maximalwert (p_{2max}) überschreitet.

2. Pumpenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in die Ventilbohrung (58) des Wegeventils (71) ein erster Kanal (57a) mündet, der zu der Niederdruckseite der Hochdruckpumpe (19) führt, daß in die Ventilbohrung (58) ein zweiter Kanal (81a) mündet, der den Zulauf (18) des Wegeventils (71) mit dem Vorratsbehälter (14) verbindet, und daß die Mündung des zweiten Kanals (81a) gegenüber der Mündung des ersten Kanals (57a) in Längsrichtung der Ventilbohrung (58) derart versetzt ist, daß das Ventilglied (72) des Wegeventils (71) bei einem Druckanstieg im Zulauf (18) des Wegeventils (71) zuerst die Mündung des ersten Kanals (57a) freigibt.

3. Pumpenanordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Ventilglied (58) erst dann die Mündung des zweiten Kanals (81a) freigibt, nachdem es die Mündung des ersten Kanals (57a) vollständig freigegeben hat.

4. Pumpenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Zufluß von Kraftstoff zu dem Wegeventil (71) axial in die Ventilbohrung (58) erfolgt.

5. Pumpenanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Ventilbohrung (58) in dem Gehäuse (20) der Hochdruckpumpe (19) angeordnet ist.

6. Pumpenanordnung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Kanal (81a) innerhalb des Gehäuses (20) der Hochdruckpumpe (19) zu einem Stutzen (64) geführt ist, über den die Hochdruckpumpe (19) mit dem Vorratsbehälter (14) verbindbar ist.

7. Pumpenanordnung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Niederdruckspeisepumpe (10) und dem Wegeventil (71) ein Kraftstofffilter (16) angeordnet ist.

8. Pumpenanordnung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß ein zweites Druckbegrenzungsventil (12) den Ausgangsdruck der Niederdruckspeisepumpe (10) auf einen vorgebbaren Wert (p_{1max}) begrenzt.

9. Pumpenanordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Ansprechdruck (p_{1max}) des zweiten Druckbegrenzungsventils (12) mindestens um den maximal zulässigen Druckabfall (Δp_F) über dem Kraftstofffilter (16) größer als der Ansprechdruck (p_{2max}) des ersten Druckbegrenzungsventils (72, 73, 81a) ist.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

50

55

60

65

